

ВЫБОР СИСТЕМЫ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕГИОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ (0,1)-ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Р.Ю. Симанчев^{1,2}, И.В. Уразова¹, В.В. Ворошилов¹, В.В. Карпов², А.А. Кораблева²

¹ Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (Омск, Россия)

² Омский научный центр СО РАН (Омск, Россия)

Информация о статье

Дата поступления

1 августа 2019 г.

Дата принятия в печать

21 августа 2019 г.

Тип статьи

Исследовательская статья

Аннотация. Предлагается подход к построению множества индикаторов экономической безопасности региона, согласно которому получаемые индикаторные множества не зависят от субъективных соображений и строятся исключительно на основе статистической информации. Множество ключевых показателей определяется как некоторое подмножество исходного множества показателей, имеющее наибольшее влияние на ситуацию. При этом ключевые показатели в количественной форме отражают уровень экономической безопасности, обладают высокой чувствительностью к изменениям социально-экономических факторов, отличаются теснотой взаимосвязи между собой. Метод экспертных оценок применяется на этапе определения исходного перечня показателей, из которого с помощью предложенного подхода формируется перечень ключевых показателей экономической безопасности, а также на этапе попарного сопоставления показателей для определения наиболее значимых среди них. Важной особенностью предлагаемой модели является то, что одна и та же система индикаторов не может быть универсальной для различных социально-экономических образований. В работе строится целочисленная модель задачи о минимальном по включению индикаторном множестве максимального веса. С использованием этой модели получена система ключевых показателей экономической безопасности на примере Омской области. В целом предлагаемый подход применим не только к анализу экономической безопасности региона, но и к любой системе показателей, характеризующей ту или иную социально-экономическую сферу. Апробация предложенного инструментария на примере Омской области позволила сформировать перечень ключевых показателей региональной экономической безопасности в таких сферах, как демография, качество и уровень жизни населения, в сфере финансов предприятий, банковской и бюджетной системы, инновационной активности и экспортной деятельности региона.

Ключевые слова

Корреляция, индикаторное множество, целочисленная модель, экономическая безопасность региона, индикаторный подход

Работа выполнена по государственному заданию Омского научного центра СО РАН в соответствии с Программой ФНИ ГАН на 2013–2020 годы (номер государственной регистрации проекта в системе ЕГИСУ НИОКТР АААА-А17-117041210229-2) и при поддержке РФФИ (проект 18-07-00599).

SELECTION THE KEY INDICATORS SYSTEM OF THE REGION ECONOMIC SECURITY WITH USE OF THE (0,1)-PROGRAMMING MODEL

R.Yu. Simanchev^{1,2}, I.V. Urazova¹, V.V. Voroshilov¹, V.V. Karpov², A.A. Korableva²

¹ Dostoevsky Omsk State University (Omsk, Russia)

² Omsk Scientific Center of SB RAS (Omsk, Russia)

Article info

Received

August 1, 2019

Accepted

August 21, 2019

Type paper

Research paper

Abstract. We present an approach to building a set of key indicators of the region's economic security. The main thing in the proposed approach is that the resulting indicator sets do not depend on subjective considerations and are based solely on statistical information. A set of key indicators is defined as a subset of the original set of indicators that has the greatest influence on the situation. At the same time, key indicators in quantitative form reflect the level of economic security, are highly sensitive to changes in socio-economic factors, and are distinguished by a close relationship between each other. The method of expert assessments is applied at the stage of determining the initial list of indicators, from which a list of key indicators of economic security is formed using the proposed approach. This method is also used at the stage of pairwise comparison of indicators to determine the most significant among them.

The second important feature of the approach is that the same system of indicators cannot be universal for different socio-economic societies. We construct an integer model of the problem of the minimum on the indicator set of maximum weight. Using this model, a system of key indicators of economic security for the Omsk region of Russia was obtained. The considered approach is applicable not only to the analysis of the region economic security, but also to any system of indicators characterizing a particular socio-economic sphere. Testing the proposed toolkit using the example of the Omsk region allowed forming a list of key indicators of regional economic security in such areas as demography, quality and standard of living of the population, in the field of enterprise finance, banking and budgetary systems, innovation activity and export activities of the region.

Keywords

Correlation, indicator set, integer model, regional economic security, indicator approach

Acknowledgements. The work was carried out according to the state task of the Omsk Scientific Center SB RAS (project registration number AAAA-A17-117041210229-2). This research was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project 18-07-00599.

1. Введение. Настоящая статья является продолжением работы [1]. Под экономической безопасностью региона в данной статье понимается интегральная характеристика состояния экономики региона, отражающая уровень ее защищенности от угроз социально-экономическому развитию. Проблематика экономической безопасности территорий активно исследуется в западных странах с середины XX в., российскими учеными – с начала 1990-х гг. Но до сих пор продолжают дискуссии о показателях, подходах и методиках оценки региональной экономической безопасности.

Особое внимание при анализе уровня экономической безопасности региона в современной экономической науке уделяется созданию индикативной системы оценки. Количество подходов к формированию систем индикаторов, к определению самих понятий, таких как «показатель», «пороговое значение», «индикатор», растет с каждой новой публикацией. При этом неоднозначность предлагаемых формулировок, методологическая нестройность понятий и, особенно, отсутствие обоснованной методики вычисления сопутствующих подходу числовых характеристик мешают, на наш взгляд, построить объективную концепцию индикативной оценки уровня экономической безопасности региона.

Для разработки авторского подхода к построению множества индикаторов экономической безопасности региона в статье ставятся следующие задачи: исследование сущности понятия «ключевые показатели», его формализация в терминах минимальных по включению индикаторных (доминирующих) подмножеств графа, формулирование оптимизационных задач и построение их целочисленных моделей, отображение результатов вычислений на реальном перечне показателей экономической безопасности региона.

2. Обзор литературы. Показателями принято называть содержательные характеристики экономической ситуации, допускающие количественное выражение. Принципиальным в этом понятии мы считаем возможность численного измерения показателя на протяжении определенного количества периодов. При этом важно, чтобы методика получения численных характеристик оставалась постоянной, что позволит использовать статистические методы для анализа ситуации.

Отметим, что в научной литературе наиболее широко применяется понятие «индикатор экономической безопасности» [2]. Понятие «ключевой показатель экономической безопасности» встречается крайне редко, однако с его помощью становится возможным выстроить логическую связь между терминами в рамках изучаемой темы. В нашей трактовке индикатор экономической безопасности представляет собой ключевой показатель в совокупности с пороговым значением, выход за пределы которого грозит разрушительными процессами. Под ключевыми показателями мы понимаем ограниченный перечень показателей, способных достаточно полно отразить состояние экономики с позиции экономической безопасности.

Фактические значения индикаторов сравниваются с пороговыми значениями, что позволяет судить об уровне экономической безопасности территории, чему посвящены работы Л.Г. Вороны-Сливинской, М.В. Лобанова [3], К.К. Логинова [4], Д.А. Кузнецова, М.Н. Руденко [5], В.В. Карпова, Р.Ю. Симанчева [6]. При этом предполагается, что перечень индикаторов выбран из множества статистических показателей социально-экономического развития региона. Однако подробное обоснование этого выбора, как правило, не приводится. Авторы ограничиваются лишь общим видением ситуации на основе экспертных оценок.

Иначе говоря, из перечня показателей выделяются некоторые «ключевые» показатели. Однако в экономической литературе на сегодняшний день плохо просматривается ответ на вопрос о том, на основании каких соображений выделять этот ограниченный набор показателей. Здесь при анализе существующих систем индикаторов мы вновь сталкиваемся с мнениями специалистов, которых зачастую больше, чем самих показателей. При ответе на этот вопрос нам представляется важным следующее соображение.

В описательной форме под ключевыми показателями будем считать показатели, которые:

- 1) в количественной форме отражают состояние экономической безопасности;
- 2) обладают высокой чувствительностью к изменениям ситуации;
- 3) взаимодействуют с остальными показателями и между собой в достаточно сильной степени.

3. Методология исследования. Мы предлагаем методику выделения из множества всех показателей таких показателей, которые в совокупности можно назвать множеством индикаторов. Мы исходим из того, что невозможно, взяв отдельный показатель вне зависимости от остальных, сказать, является он индикатором или нет. В основе методики лежат техника корреляционного анализа, теории графов и методы комбинаторной оптимизации.

Итак, пусть $V = \{1, 2, \dots, n\}$ – некоторое априори заданное множество показателей, для каждого из которых имеется методика вычисления его значения в каждый заданный момент времени и набор этих значений за некоторый определенный период (несколько лет, месяцев, дней и т. п.). Полагаем, что имеющаяся статистика позволяет вычислять выборочные коэффициенты корреляции $k(i, j)$ между любой парой показателей $i, j \in V$. Внесем в корреляционную матрицу два дополнительных соображения. Первое. С практической точки зрения значение коэффициента корреляции может оказаться столь малым, что зависимостью соответствующих показателей можно пренебречь. В связи с этим в качестве управляющего параметра модели мы вводим величину α – порог зависимости и считаем, что если $|k(i, j)| < \alpha$, то $k(i, j) = 0$. Второе. При наличии зависимости между двумя показателями с точки зрения

причинно-следственной связи является важной альтернатива « i определяет j » или « j определяет i ». Такое причинно-следственное соотношение обозначим через $i \rightarrow j$. Тем не менее в некоторых случаях возможна ситуация, когда первичность и вторичность показателей определить не удастся либо они являются взаимопределяющими. В таких случаях будем писать $i \leftrightarrow j$. В итоге, для любого выбранного порога зависимости α мы зафиксируем корреляционную матрицу $K(\alpha)$.

Теперь сопоставим нашему множеству показателей V и корреляционной матрице $K(\alpha)$ ориентированный граф $G_\alpha(V, A)$, множеством узлов которого является множество показателей V , а дуги определяются следующим образом: от i к j есть дуга (т. е. $ij \in A$) тогда и только тогда, когда $k(i, j) \geq \alpha$ и $i \rightarrow j$. Граф $G_\alpha(V, A)$ назовем α -корреляционным графом рассматриваемого множества показателей.

Подмножество $W \subseteq V$ назовем индикаторным, если для любого показателя j , не принадлежащего W , найдется такой показатель $i \in W$, что в графе $G_\alpha(V, A)$ есть дуга от i к j . В [7] такое подмножество вершин орграфа называется доминирующим.

По сути дела, индикаторное подмножество – это такой набор показателей из имеющегося списка, который статистически связан со всеми показателями и при этом, вообще говоря, меньше множества всех показателей. В известном смысле индикаторное множество и есть множество ключевых показателей, оказывающих влияние на ситуацию. Важной особенностью индикаторного множества является то, что показатели, попавшие в него, являются ключевыми лишь в совокупности. Это соображение становится более выпуклым в связи со следующей особенностью, которая заключается в том, что в графе индикаторных множеств может быть больше одного. Во всяком случае, формально говоря, множество всех показателей также является индикаторным.

При выделении из множества показателей индикаторных подмножеств становятся важными два следующих соображения. Во-первых, для анализа ситуации, особенно при большом числе показателей, совершенно естественно стремиться к уменьшению числа индикаторов. Во-вторых, степень зависимости остальных по-

казателей, не вошедших в индикаторное множество, должна быть настолько возможно большей. Эти соображения позволяют поставить задачу выбора из семейства всех индикаторных множеств такого множества, для которого число индикаторов минимизируется, а степень влияния их на остальные показатели максимизируется. Для этого определим вес (степень влияния) показателя i как:

$$c(i) = \sum_{j \in V | ij \in A} |k(i, j)|.$$

Весом индикаторного множества W назовем сумму весов, входящих в него показателей:

$$c(W) = \sum_{i \in W} c(i).$$

Теперь задача построения индикаторного множества может быть формализована в графовой постановке как двухкритериальная задача комбинаторной оптимизации:

$$|W| \rightarrow \min \text{ и } c(W) \rightarrow \max I(G_\alpha),$$

при условии, что $W \in I(G_\alpha)$,

где $I(G_\alpha)$ – семейство всех индикаторных подмножеств в графе $G_\alpha(V, A)$.

Другой подход к формализации задачи, позволяющий избежать двухкритериальности, заключается в переходе к минимальным по включению индикаторным множествам. Индикаторное множество называется минимальным по включению, если после удаления из него любого узла оно перестает быть индикаторным. В этих терминах поиск «хорошего» индикаторного множества может быть формализован как задача нахождения среди всех минимальных по включению индикаторных множеств множества максимального веса. Мы обозначим эту задачу через MaxMinISP.

В математической литературе эта задача известна как MAX MIN DOMINATING SET. В работе [8] показано, что эта задача труднорешаема в вычислительном плане уже при единичных весах узлов графа.

4. Описание модели. Перейдем к построению математической модели задачи. Со всяким подмножеством $S \subseteq V$ свяжем его вектор инциденций $x^S \in R^V$, полагая $x_i^S = 1$ при $i \in S$ и $x_i^S = 0$ при $i \notin S$. Пусть $A = (a_{ij}, i, j = 1, 2, \dots, n)$ – матрица смежности графа $G_\alpha(V, A)$ с единицами на диагонали,

т. е. $a_{ij} = 1$, если $ij \in A$, либо $i = j$, и $a_{ij} = 0$ в остальных случаях. Легко увидеть, что множество $W \subseteq V$ является индикаторным тогда и только тогда, когда $A^T x^W \geq \bar{1}$, где T – знак транспонирования, $\bar{1}$ – n -вектор, состоящий из единиц. При критерии MIN и положительных весах узлов оптимизационная задача на множестве $\{x \in R^V | A^T x \geq \bar{1}, x \in \{0, 1\}^V\}$ дает в качестве решения именно минимальное по включению индикаторное множество, чего нельзя сказать о критерии MAX.

Для решения задачи выделения индикаторных подмножеств мы рассматриваем два подхода, формализуемых в виде задач булева линейного программирования. Первый подход заключается в отказе от минимальности по включению. Задача поиска системы ключевых показателей в экономическом содержании в целом позволяет заменить поиск минимального по включению индикаторного множества на поиск максимального по весу индикаторного множества заданной мощности. Исходя из этого, можно рассматривать как серию задач Max(k)ISP, $k = 1, 2, \dots, n$, вида

$$\max \{c^T x | A^T x \geq \bar{1}, \sum_{i=1}^n x_i = k, x \in \{0, 1\}^V\}, \quad (1)$$

где $c \in R^V$ – вектор с компонентами $c_i = c(i)$, $i = 1, 2, \dots, n$. Выбор конкретного значения параметра k является прерогативой экспертов.

Вторая модель учитывает минимальность по включению искомого индикаторного множества и заключается в использовании дополнительных ограничений, что неизбежно приводит к существенному увеличению размерности задачи. Пусть $I_m(G_\alpha)$ – семейство всех минимальных по включению индикаторных множеств в графе $G_\alpha(V, A)$. Введем дополнительные переменные $y_{ij} \in \{0, 1\}$, $i, j = 1, 2, \dots, n$. Нами получен следующий результат. Система неравенств относительно переменных $x_k, y_{ik} \in \{0, 1\}$, $i, k = 1, 2, \dots, n$,

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq 1, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n y_{ik} - x_k \geq 0, \quad k = 1, 2, \dots, n, \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - a_{ik} x_k \geq n(1 - y_{ik}), \quad i, k = 1, 2, \dots, n, \quad (4)$$

$$x_k, y_{ik} \in \{0,1\}, i, k = 1, 2, \dots, n, \quad (5)$$

совместна тогда и только тогда, когда $(0,1)$ -вектор x является вектором инцидентий минимального по включению индикаторного множества графа $G_\alpha(V, A)$. Доказательство этого утверждения мы опускаем.

Таким образом, целочисленная постановка MaxMinISP заключается в максимизации функции $c(x) = c^T x$ при условиях (2)–(5). В вычислительном плане такая постановка является более трудоемкой, чем серия задач Max(k)ISP, так как число переменных увеличивается на n^2 , а число ограничений на $n + n^2$. Поэтому при слишком большом исходном множестве показателей V обращение к серии задач Max(k)ISP может оказаться более предпочтительным.

5. Численные результаты. В настоящем разделе приводятся численные результаты, полученные при анализе некоторого набора показателей экономической безопасности, взятого с сайта Федеральной службы государственной статистики РФ (<http://www.gks.ru>). При этом нас интересовали показатели, имеющие отношение к региональной экономической безопасности Омской области. Выбор множества ключевых показателей производился с помощью целочисленной модели MaxMinISP.

При формировании исходного множества показателей экономической безопасности мы пользовались следующими соображениями.

При оценке экономической безопасности региона должны учитываться показатели как минимум по четырем сферам, требующим повышенного внимания со стороны региональной власти:

1) экономической (ВРП на душу населения, степень износа основных фондов, объем инновационных товаров и т. д.);

2) социальной (ожидаемая продолжительность жизни при рождении, коэффициент естественного прироста населения, среднедушевые денежные доходы населения и т. д.);

3) экологической (сброс загрязненных сточных вод, выбросы загрязняющих веществ в воздух от стационарных источников и т. д.);

4) финансовой (сальдированный финансовый результат деятельности организаций, расходы консолидированного регионального бюджета на национальную экономику, вклады (депозиты) юридических и физических лиц в рублях, привлеченные кредитными организациями и пр.).

Мы выделяем следующие принципы отбора показателей экономической безопасности:

1. Показатели экономической безопасности должны отражать ключевые аспекты регионального развития в экономической, социальной, экологической и финансовой сферах.

2. Фактические значения показателей должны относиться к одному временному периоду.

3. Для обеспечения возможности регулярного мониторинга и оценки показателей, источником информации об их фактических значениях выступают только официальные статистические данные Федеральной службы государственной статистики, публикуемые в свободном доступе с единой периодичностью.

4. Для возможности моделирования и прогнозирования экономической безопасности с помощью математических методов в систему показателей включаются только те, которые имеют стабильную статистическую историю как минимум за 5 лет.

Кроме того, мы провели сопоставление выявленной нами системы ключевых показателей экономической безопасности региона с системами, взятыми из других источников, а именно:

– Стратегия экономической безопасности Российской Федерации до 2030 г. (далее – ЭБ РФ);

– система В.К. Сенчагова, Ю.М. Максимова, С.Н. Митякова, О.И. Митяковой [9];

– система С.Н. Митякова [10];

– перечень индикаторов Омского научно-го центра СО РАН [2].

В таблице представлен перечень показателей экономической безопасности, сформированный по указанным выше принципам. Знаком «+» в ней обозначено полное соответствие предложенного нами показателя некоторым перечням индикаторов экономической безопасности различных авторов и нормативных документов. Знак «+/-» означает частичное соответствие (формулировки показателей близки по смыслу или отличаются единицы измерения). Знак «-» говорит об отсутствии предложенного показателя в аналогичных перечнях. Предложенный перечень не является окончательным и единственно возможным.

Последние два столбца таблицы содержат результаты наших вычисления с использованием целочисленной модели MaxMinISP при $\alpha = 0,7$ и $\alpha = 0,8$. Коэффициенты корреляции вычислялись по данным восьми лет – с 2010 по 2017 г.

**Сравнение перечней показателей экономической безопасности региона
Comparison of lists of indicators of the region economic security**

Показатель	Источник				Результат	
	СЭБ РФ	В.К. Сенчагов с соавт. [9]	С.Н. Митяков [10]	ОНЦ СО РАН [2]	$\alpha = 0,7$	$\alpha = 0,8$
ВРП на душу населения, руб.	+/-	+/-	+	+	+	+
Численность рабочей силы в возрасте 15–72 лет, тыс. чел.	+/-	-	-	-	-	+
Оборот организаций (без субъектов малого предпринимательства, бюджетных организаций, банков, страховых и прочих финансово-кредитных организаций), млрд руб.	-	-	-	-	+	+
Число малых предприятий на 10 000 чел. населения	-	-	-	-	+	+
Оборот розничной торговли на душу населения, руб.	+/-	-	-	+	+	-
Продукция сельского хозяйства, млн руб.	-	-	-	+/-	+	+
Стоимость основных фондов, млн руб.	-	-	-	-	+	+
Степень износа основных фондов, %	+	+/-	+	+	+	+
Объем платных услуг на душу населения, руб.	-	-	-	+	+	+
Производство электроэнергии, млрд кВт·ч	-	-	+/-	-	-	+
Динамика среднегодовой численности населения, %	-	-	-	-	-	-
Коэффициент естественного прироста населения на 10 00 чел. населения	-	-	-	+	+	+
Коэффициент миграционного прироста на 10 000 чел. населения	-	-	-	+	+	+
Ожидаемая продолжительность жизни при рождении, лет	-	+	-	+	+	+
Уровень безработицы, %	+/-	+	+	+	+	-
Индекс потребительских цен, %	-	+/-	+/-	+	-	-
Реальные доходы населения, %	-	-	-	+	+	-
Среднедушевые денежные доходы населения (в месяц), руб.	-	-	-	+	+	+
Коэффициент фондов	+	+	+	+	-	-
Отношение среднедушевых денежных доходов населения к величине прожиточного минимума	-	+	-	+	-	+
Численность населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума (от общей численности населения), %	+	+	-	+	-	-
Общая площадь жилых помещений, приходящаяся на одного жителя, кв. м	-	+	-	+	+	-
Число преступлений на 100 тыс. чел. населения	+/-	-	-	+	-	-
Инвестиции в основной капитал, млн руб.	+/-	+/-	-	+	+	+
Удельный вес убыточных организаций, %	-	-	-	+	+	+
Вклады (депозиты) юридических и физических лиц в рублях, привлеченные кредитными организациями, на начало года, млн руб.	-	-	-	-	+	+
Вклады (депозиты) юридических и физических лиц в иностранной валюте, привлеченные кредитными организациями, на начало года, млн руб.	-	-	-	-	+	-
Задолженность по кредитам в рублях, предоставленным кредитными организациями юридическим лицам, на начало года, млн руб.	-	+/-	-	-	+	-
Задолженность по кредитам в иностранной валюте, предоставленным кредитными организациями юридическим лицам, на начало года, млн руб.	-	+/-	-	-	-	+
Задолженность по кредитам в рублях, предоставленным кредитными организациями физическим лицам, на начало года, млн руб.	-	+/-	-	-	+	+
Задолженность по кредитам в иностранной валюте, предоставленным кредитными организациями физическим лицам, на начало года, млн руб.	-	+/-	-	-	+	-

Окончание табл.
The end of Table

Показатель	Источник				Результат	
	СЭБ РФ	В.К. Сенчагов с соавт. [9]	С.Н. Митяков [10]	ОНЦ СО РАН [2]	$\alpha = 0,7$	$\alpha = 0,8$
Доля импортного продовольствия, %	-	-	+/-	-	-	-
Внутренние затраты на исследования и разработки, млн руб.	-	-	+	-	+	+
Объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами по видам экономической деятельности «Обрабатывающие производства», млн руб. (с 2017 г. – ОКВЭД 2)	+/-	-	+/-	+/-	+	-
Объем инвестиций в основной капитал, % к ВВП	+/-	-	-	-	-	-
Сбор зерна, млн т	-	+/-	-	-	+	+
Доля инновационной продукции во всей отгруженной продукции, %	+	+/-	+/-	+/-	+	-
Средняя продолжительность жизни мужчин, лет	-	-	-	-	+	+
Средняя продолжительность жизни женщин, лет	-	-	-	-	+	+
Среднее расчетное количество детей на одну женщину	-	+/-	-	-	-	-
Соотношение численности людей пенсионного и трудоспособного возраста	+/-	-	-	-	+	+
Сброс загрязненных сточных вод	-	-	+	-	-	-
Выбросы загрязняющих веществ в воздух от стационарных источников, тыс. т	-	-	+	-	-	-
Лесовосстановление, тыс. га	-	-	+	-	-	+
Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками	-	-	+/-	-	+	-
Затраты на технологические инновации в процентах от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг	+/-	+/-	+/-	-	-	+
Сальдированный финансовый результат деятельности организаций, млн руб.	-	-	-	-	+	+
Уровень заболеваемости населения, зарегистрировано заболеваний на 1 тыс. населения	-	-	-	-	+	-
Численность населения, тыс. чел	-	-	+/-	+	-	-
Коэффициент Джини	-	-	-	-	-	-
Экспорт со странами дальнего зарубежья, млн дол.	+/-	-	+/-	-	-	-
Экспорт со странами СНГ, млн дол.	+/-	-	+/-	-	-	+
Импорт со странами дальнего зарубежья, млн дол.	+/-	-	-	-	-	-
Импорт со странами СНГ, млн дол.	+/-	-	-	-	-	+
Расходы консолидированного бюджета региона на общегосударственные вопросы, млн руб.	-	-	-	-	-	-
Расходы консолидированного бюджета региона на национальную экономику, млн руб.	-	-	-	-	-	-
Расходы консолидированного бюджета региона на ЖКХ, млн руб.	-	-	-	-	-	-
Расходы консолидированного бюджета региона на образование, млн руб.	-	-	-	-	-	-
Расходы консолидированного бюджета региона на здравоохранение, млн руб.	-	-	+	-	-	-
Расходы консолидированного бюджета региона на социальную политику, млн руб.	-	-	+	-	-	-
Дефицит консолидированного бюджета региона, млн руб.	+/-	-	-	-	-	+
Доходы консолидированного регионального бюджета на душу населения, руб.	-	-	+/-	+	-	-
Расходы консолидированного регионального бюджета на душу населения, руб.	-	-	+/-	-	-	-

Поскольку в таблице проводится сравнение, с одной стороны, авторского перечня показателей экономической безопасности, из которого с помощью математической модели отбираются ключевые показатели экономической безопасности, и с другой стороны – индикаторов экономической безопасности из различных источников, то очевидно их несовпадение. Например, в СЭБ РФ приведено 40 показателей состояния экономической безопасности. Ряд из них относится к федеральному уровню статистики и не может быть перенесен на региональный уровень (например, показатель «отношение золотовалютных резервов РФ к объему импорта товаров и услуг» и др.). Но также имеются показатели, по которым ограничена информация в открытом доступе («энергоёмкость валового внутреннего продукта»), либо они не актуальны для региона ввиду его природно-климатической и отраслевой специфики.

6. Заключение. Предложенный в данном исследовании подход к определению ключевых показателей экономической безопасности региона опирается на формализацию понятия «ключевые показатели» в математических терминах (статистический анализ, теория графов), так как именно этот язык, на наш взгляд, в наибольшей степени позволяет избежать субъективности. Множество ключевых показателей

определяется как некоторое подмножество исходного множества показателей, имеющее наибольшее влияние на ситуацию. Особенностью предлагаемого подхода является тезис о том, что одна и та же система индикаторов не может быть универсальной для различных социально-экономических образований, поскольку глубинные взаимосвязи между показателями могут иметь различную природу.

Полученные на примере Омской области расчеты показали, что к числу ключевых показателей экономической безопасности региона целесообразно отнести основные показатели экономического развития региона в различных отраслях, показатели, отражающие демографическую, миграционную ситуацию, продолжительность и уровень жизни населения, некоторые показатели финансовой сферы на уровне предприятий, банковской и бюджетной системы, показатели инновационной активности и экспортной деятельности региона.

Мы далеки от мысли, что данный подход наилучший, и оставляем место для его дальнейшего развития и адаптации. Его следует рассматривать как аппарат, применимый для определенного круга ситуаций, как элемент гибридного анализа не только для экономической безопасности, но и более широкого спектра экономических и социальных проблем.

Литература

1. Агалаков С. А., Симанчев Р. Ю., Уразова И. В. Об одном подходе к построению системы ключевых показателей экономической безопасности // Вестн. Ом. ун-та. Сер. «Экономика». – 2018. – № 4. – С. 5–12. – DOI: 10.25513/1812-3988.2018.4.5-12.
2. Кораблева А. А., Карпов В. В. Индикаторы экономической безопасности региона // Вестн. Сиб. ин-та бизнеса и информац. технологий. – 2017. – № 3 (23). – С. 36–42.
3. Ворона-Сливинская Л. Г., Лобанов М. В. Проблемы выбора индикаторов экономической безопасности государства и определение их пороговых значений // Вестн. С.-Петерб. ун-та Гос. противопожар. службы. – 2009. – № 4. – С. 43–47.
4. Логинов К. К. Анализ индикаторов региональной экономической безопасности // Вестн. СибАДИ. – 2015. – № 2 (42). – С. 132–139.
5. Кузнецов Д. А., Руденко М. Н. Система индикаторов оценки экономической безопасности страны // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2015. – Т. 11. – Вып. 23. – С. 59–68.
6. Карпов В. В., Симанчев Р. Ю. Определение и угрозы энергетической безопасности // Вестн. Ом. ун-та. Сер. «Экономика». – 2016. – № 4. – С. 30–38.
7. Christofides N. Graph Theory. An Algorithmic approach. – London : Academic Press Inc., 1975. – 400 p.
8. Cheston G. A., Fricke G., Hedetnieme S. T. On the computational complexity of upper fractional domination // Discrete Applied Mathematics. – 1990. – № 27. – P. 195–207.
9. Инновационные преобразования как императив экономической безопасности региона: система индикаторов / В. К. Сенчагов и др. // Инновации. – 2011. – № 5. – С. 56–61.
10. Митяков С. Н. Разработка системы индикаторов экономической безопасности регионов России // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы : материалы II Меж-

дунар. науч.-практ. конф. – Н. Новгород : Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2014. – С. 70–79.

References

1. Agalakov A.S., Simanchev R.Yu., Urazova I.V. On the approach to construction of the key indicators system of economic security. *Herald of Omsk University. Series "Economics"*, 2018, no. 4 (64), pp. 5-12. DOI: 10.25513/1812-3988.2018.4.5-12. (in Russian).
2. Korableva A.A., Karpov V.V. Indicators of economic security of the region. *Herald of Siberian Institute of Business and Information Technologies*, 2017, no. 3 (23), pp. 36-42. (in Russian).
3. Vorona-Slivinskaya L.G., Lobanov M.V. Problems in selection of state economic security indicators and parameterization of their threshold characters. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta GPS MChS Rossii*, 2009, no. 4, pp. 43-47. (in Russian).
4. Loginov K.K. Analysis of indicators of regional economic safety. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal*, 2015, no. 2 (42), pp. 132-139. (in Russian).
5. Kuznetsov D.A., Rudenko M.N. The system of indicators for evaluating the national economic security. *National Interests: Priorities and Security*, 2015, Vol. 11, iss. 23, pp. 59-68. (in Russian).
6. Karpov V.V., Simanchev R.Yu. Definition and threats of energy security. *Herald of Omsk University. Series "Economics"*, 2016, no. 4, pp. 30-38. (in Russian).
7. Christofides N. *Graph Theory. An Algorithmic approach*, London, Academic Press, 1975, 400 p.
8. Cheston G.A., Fricke G., Hedetnieme S.T. On the computational complexity of upper fractional domination. *Discrete Applied Mathematics*, 1990, no. 27, pp. 195-207.
9. Senchagov V.K., Maximov Y.M., Mityakov S.N., Mityakova O.I. Innovative transformations as an imperative of economic safety of region: system of indicators. *Innovations*, 2011, no. 5, pp. 56-61. (in Russian).
10. Mityakov S.N. Razrabotka sistemy indikatorov ekonomicheskoi bezopasnosti regionov Rossii [Development of a system of indicators of economic security of the regions of Russia], in: *Ekonomicheskaya bezopasnost' Rossii: problemy i perspektivy [Economic security of Russia: problems and prospects]*, materials of the II International Scientific and Practical Conference, Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev publ., 2014, pp. 70-79. (in Russian).

Сведения об авторах

Симанчев Руслан Юрьевич – канд. физ.-мат. наук, доцент, ¹зав. кафедрой программного обеспечения и защиты информации, ²научный сотрудник сектора методов исследования проблем развития регионов
Адрес для корреспонденции: 1644077, Россия, Омск, пр. Мира, 55а; ²644024, Россия, Омск, пр. Маркса, 15
E-mail: osiman@rambler.ru
РИНЦ ID: 435520

Уразова Инна Владимировна – канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры программного обеспечения и защиты информации
Адрес для корреспонденции: 644077, Россия, Омск, пр. Мира, 55а
E-mail: urazovainn@mail.ru
РИНЦ ID: 612652

Ворошилов Владимир Владимирович – ведущий программист управления информатизации
Адрес для корреспонденции: 644077, Россия, Омск, пр. Мира, 55а
E-mail: voroshil@gmail.com

About the authors

Ruslan Yu. Simanchev – PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, ¹Head of the Department of Software and Information Security, ²Researcher of the Sector of Research Methods for the Development of Regions
Postal address: 155a, Mira pr., Omsk, 644077, Russia; ²15, Marksa pr., Omsk, 644024, Russia
E-mail: osiman@rambler.ru
RSCI ID: 435520

Inna V. Urazova – PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Software and Information Security
Postal address: 55a, Mira pr., Omsk, 644077, Russia
E-mail: urazovainn@mail.ru
RSCI ID: 12652

Vladimir V. Voroshilov – Lead Developer of the Information Department
Postal address: 55a, Mira pr., Omsk, 644077, Russia
E-mail: voroshil@gmail.com

Карпов Валерий Васильевич – д-р экон. наук, профессор, председатель
Адрес для корреспонденции: 644024, Россия, Омск, пр. Маркса, 15
E-mail: vvkarpov@oscsbras.ru
РИНЦ ID: 338993

Valery V. Karpov – Doctor of Economic Sciences, Chairman
Postal address: 15, Marksa pr., Omsk, 644024, Russia
E-mail: vvkarpov@oscsbras.ru
RSCI ID: 338993

Кorableва Анна Александровна – канд. экон. наук, зав. сектором методов исследования проблем развития регионов
Адрес для корреспонденции: 644024, Россия, Омск, пр. Маркса, 15
E-mail: aakorableva@bk.ru
РИНЦ ID: 214697

Anna A. Korableva – PhD in Economic Sciences, Head of the Sector of Research Methods for the Development of Regions
Postal address: 15, Marksa pr., Omsk, 644024, Russia
E-mail: aakorableva@bk.ru
RSCI ID: 214697

Для цитирования

Симанчев Р. Ю., Уразова И. В., Ворошилов В. В., Карпов В. В., Кorableва А. А. Выбор системы ключевых показателей экономической безопасности региона с использованием модели (0,1)-программирования // Вестн. Ом. ун-та. Сер. «Экономика». – 2019. – Т. 17, № 3. – С. 170–179. – DOI: 10.25513/1812-3988.2019.17(3).170-179.

For citations

Simanchev R.Yu., Urazova I.V., Voroshilov V.V., Karpov V.V., Korableva A.A. Selection the key indicators system of the region economic security with use of the (0,1)-programming model. *Herald of Omsk University. Series "Economics"*, 2019, Vol. 17, no. 3, pp. 170-179. DOI: 10.25513/1812-3988.2019.17(3).170-179. (in Russian).